

Vaccinium angustifolium Aiton

Description

Petit arbuste (60 cm) presque glabre à feuilles alternes oblongues-elliptiques. Fleurs blanc-rosé en forme de cloche, à ovaire infère, paraissant au printemps en grappes. Baie bleue et sucrée caractéristique et largement consommée¹.

Habitat

Espèce abondante dans le nord-est de l'Amérique du Nord. Elle croît dans les sous-bois acides de conifères, sur les crans de gneiss, dans les sablières et en tourbière. Elle apprécie tout particulièrement les sols acides¹.

Autres noms

Airelle à feuilles étroites, bleuët sauvage, bleuët nain, wild blueberry, lowbush blueberry

Espèces apparentées

Vaccinium corymbosum, *Vaccinium myrtilloides*; les espèces s'hybrident très fréquemment.

Culture

Le bleuët est largement cultivé commercialement. Le détail des pratiques agricoles utilisées dépasse le cadre de la présente revue de littérature.

Utilisations ethnobotaniques

Le bleuët est un produit naturel fréquemment recommandé aux diabétiques².

Potentiel commercial

Le bleuët est largement cultivé et utilisé dans l'industrie agroalimentaire, tant tel quel que dans des produits transformés. Cet aspect est déjà bien documenté et dépasse le cadre de la présente revue de littérature.

Les propriétés du bleuët comme superaliment sont multiples. Le potentiel antioxydant de la baie est largement étudié³⁻⁷ et avantageusement élevé comparativement à plusieurs autres aliments⁸. Les méthodes optimales d'extraction^{3,9,10} et de traitement et entreposage des fruits ou extraits^{5,11,12} ont été explorées. Les teneurs en phénols totaux et en anthocyanes sont relativement bien corrélées avec l'activité antioxydante chez les bleuëts^{4,7}, la vitamine C y contribuant pour moins de 10 %³.

Plusieurs études comparatives existent entre espèces et cultivars de bleuëts, en regard de leur activité ou composés antioxydants. Le bleuët nain est particulièrement riche en acide chlorogénique (et

davantage que pour plusieurs cultivars de bleuets géant, *V. corymbosum*)¹³, un composé très répandu chez les plantes mais généralement en quantités plus faibles et reconnu comme un bon antioxydant. Le bleuets nain est le plus souvent rapporté comme plus antioxydant et plus riche en anthocyanes et composés phénoliques que le bleuets géant^{10,14,15}, et des marqueurs chimiques pouvant servir de bon prédicteurs de l'activité antioxydante ont été répertoriés¹⁴.

Les anthocyanes du bleuets, dont la couleur peut changer avec le pH, peuvent également avoir un intérêt pour l'industrie alimentaire en vue d'obtenir différentes colorations⁶.

Potentiel médicinal

Le bleuets réduit, *in vitro* et *in vivo*, l'expression de certains composés responsables des processus inflammatoires dans le corps. La consommation du fruit est donc réputée protéger contre les problèmes d'inflammation^{6,16-18}. Des tests menés sur des aortes de rats souffrant d'hypertension et nourris avec une diète riche en bleuets montrent une réduction de la vasoconstriction par rapport à un contrôle. Ce résultat pourrait suggérer que la consommation de bleuets réduirait les problèmes de tension artérielle¹⁹. La démonstration reste cependant à faire chez l'homme. D'autres études se sont penchées sur le potentiel chémopréventif du bleuets à partir de fractions riches en polyphénols et anthocyanes^{5,15}. Le bleuets freine également la prolifération de cellules cancéreuses cultivées^{6,8,20}. Le fruit freinerait le développement de l'obésité et en atténuerait les conséquences *in vivo*⁶. Enfin, quelques études montrent un effet protecteur sur le système nerveux *in vivo*^{6,21} et *in vitro*⁸. La prise de jus de bleuets chez des sujets humains pendant 12 semaines a amélioré les performances cognitives²². Chez des rats, une diète riche en bleuets prise à long terme a même partiellement renversé les effets négatifs du vieillissement du cerveau²³. Le jus biotransformé du fruit a un effet similaire *in vitro*²⁴. La consommation de bleuets en poudre ou de jus de bleuets augmente l'abondance de certaines bifidobactéries intestinales, rapportées comme ayant un effet positif sur la santé humaine^{25,26}. Il s'agit donc d'un effet prébiotique. Bref, le bleuets montre une gamme d'effets potentiellement protecteurs de la santé, du moins dans les tests en laboratoire.

Les effets de la consommation de bleuets sur les problèmes diabétiques ont également retenu l'attention. Une diète riche en fruit a augmenté l'efficacité de l'insuline chez des sujets humains, y compris obèses ou insulino-résistants, lors d'une étude préclinique^{6,27}. Chez des souris, une fraction enrichie en anthocyanes a eu un effet hypoglycémiant, tout comme un jus fermenté issu du fruit (qui prévient également l'obésité)^{6,28,29}. L'effet du jus a aussi été constaté *in vitro*³⁰. Des extraits des feuilles, des racines, des fruits et des tiges ont été positivement testés dans une série de modèles *in vitro* suggérant un potentiel antidiabétique, possiblement dû à des composés phénoliques et fort probablement à plusieurs molécules différentes pouvant agir en complémentarité par des mécanismes distincts^{2,31}.

Variabilité géographique des métabolites secondaires

Une étude menée sur trois ans dans différentes régions de production commerciale du bleuets nain (est du Canada, Maine) montre que le meilleur taux d'antioxydants a été obtenu dans la région la plus froide, soit à Terre-Neuve, pour deux des trois années. Les auteurs mentionnent que d'autres études

indiquent que le taux d'anthocyanes (corrélés à l'effet antioxydant du bleuet) augmentent en conditions froides⁷.

Des recherches ont été menées en Scandinavie sur la variabilité géographique des fruits de la myrtille. Les fruits s'enrichissent significativement en anthocyanes lorsqu'ils poussent plus au nord^{32,33}. Cette variation a au moins partiellement une composante génétique, car des plants issus de parents poussant à différentes latitudes et cultivés dans des conditions identiques pendant 10 ans ont conservé une variabilité: les descendants des plants nordiques conservent donc une teneur en anthocyanes plus importante lorsqu'ils sont cultivés au sud³³. La variabilité latitudinale pourrait donc avoir une origine génétique, s'exprimant, chez les plants nordiques, par une plus forte teneur en anthocyanes de type delphinidine, davantage antioxydants que autres anthocyanes³³.

Les auteurs ne commentent pas la différence entre les plants cultivés et leurs parents sauvages pour une même latitude. Il nous semble observer que les teneurs en milieu naturel sont légèrement plus élevées qu'en culture au sud, mais sans les données brutes, il est impossible d'en tirer une conclusion statistiquement valable. Ceci indiquerait toutefois que la génétique n'est pas le seul paramètre à l'œuvre, et que la nordicité elle-même jouerait un rôle intrinsèque dans la teneur en anthocyanes.

Une étude altitudinale sur la myrtille en Autriche montre que de 800 à 1500 m d'altitude, la teneur en anthocyanes diminue. L'activité antioxydante est maximale à 800 m d'altitude et minimale à 1200 m³⁴.

Un groupe finlandais s'est intéressée à la composition phénolique et l'activité antioxydante des feuilles de myrtille selon la latitude et l'altitude. En atténuant les autres facteurs par analyse statistique, elle conclut à une augmentation de la teneur en phénols au fur et à mesure que les plants se situent plus au nord et plus en altitude (20 à 370 m). Cette augmentation est également présente, bien que plus légère, pour l'activité antioxydante, et serait peut-être due selon les auteurs à une nécessité pour les plantes de se protéger du soleil plus fort et plus dommageable en zone subarctique et en altitude³⁵.

L'augmentation des polyphénols et de l'activité antioxydante en altitude dans les feuilles est contradictoire avec les résultats obtenus pour les fruits en Autriche, mais les altitudes étudiées sont largement différentes. Vu l'effet potentiellement important de la lumière, la comparaison directe est difficile. Il existe peut-être une altitude optimale ou des effets génétiques particuliers à l'œuvre dans ces tendances.

Variabilité saisonnière des métabolites secondaires

Des plants de bleuet nain ont été récoltés tout au long de la saison de croissance de 2006 à Gatineau pour suivre l'évolution saisonnière d'un indicateur de l'activité antidiabétique *in vitro* et de certains composés phénoliques marqueurs dans les feuilles et les tiges. Dans les feuilles, l'acide chlorogénique et de certains flavonoïdes était maximale au début de juin, décroissant ensuite pour atteindre un minimum vers la mi-août et remontant légèrement en septembre. C'est à la fin septembre que l'activité antidiabétique suivie était maximale. Dans les tiges, l'activité était plus forte, et atteignait un pic au début d'août, sans que celui-ci ne soit statistiquement significatif. Les composés mesurés ne variaient pas selon des tendances claires, hormis l'acide chlorogénique qui décroissait en abondance tout au long de la saison².

D'année en année, des données préliminaires semblent indiquer une variation relativement importante de l'activité antioxydante du bleuets échantillonné sur un même site (du simple au double environ). L'amplitude de cette variation apparaît cependant moindre que celle due à la génétique, le cultivar le plus performant demeurant généralement le même chaque année⁷.

Les mêmes auteurs suggèrent qu'en raison de la combinaison unique de composés phénoliques présents dans le bleuets, la maturité du fruit ne devrait pas avoir une grosse influence sur l'activité antioxydante. En effet, certains composés peuvent se raréfier tandis que d'autres deviennent plus concentrés pendant cette période, se contrebalançant⁷. Cette idée ne dépasse toutefois pas le stade de l'hypothèse, vu les données très fragmentaires.

En Finlande, les feuilles de myrtille contiennent davantage de composés phénoliques et sont plus antioxydantes à partir de la mi-juillet jusqu'en automne. Ces activités étaient surtout corrélées avec les concentrations de proanthocyanidines et de flavonols³⁵.

Autres facteurs de variabilité

La génétique joue fort probablement un grand rôle dans l'activité antioxydante observable pour un plant donné de bleuets. Une étude comparative en champ a montré de fortes variations entre différents clones (génotypes) de bleuets nain, la plus forte activité antioxydante étant 5 fois plus grande que la plus faible mesurée⁷. Il serait donc possible, avec un suivi adéquat, de développer des cultivars plus antioxydants. Dans les cultivars existants, des données de culture en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard montrent que les cultivars Lowbush et Fundy du bleuets nain semblent plus riches en composés phénoliques (incluant les anthocyanes), et plus antioxydants, que les cultivars Cumberland et Blomidin. Le cultivar Lowbush analysé au Maine donne toutefois des chiffres beaucoup moins intéressants, ce qui peut être un signe d'un effet géographique ou encore de l'influence des conditions climatiques et environnementales locales⁴. Un autre article mentionne que le cultivar Fundy serait généralement le plus riche en anthocyanes en faisant référence à l'article précédent et des données non publiées⁷.

Chez la myrtille, la teneur en composés phénoliques des feuilles matures est plus forte lorsque le plant pousse en milieu ensoleillé. Ce résultat vient également appuyer la théorie des auteurs selon laquelle les composés phénoliques des feuilles de myrtille servent à protéger la plante de la photo-oxydation³⁵. Dans les fruits, la lumière serait également le facteur déterminant gouvernant la teneur en anthocyanes, mais une faible température serait également un facteur de promotion³².

Commentaires

De manière générale, l'extraction de fractions riches en antioxydants tirées du bleuets et leur entreposage entraîne une perte plus ou moins importante des propriétés de l'extrait, tout comme la transformation du fruit. La chaleur semble être un facteur particulièrement critique⁷. Ce facteur doit donc être pris en compte avant de vanter les propriétés antioxydantes d'un produit contenant des bleuets transformés.

Quelques articles provenant du groupe de recherche du Dr Pierre Haddad de l'INAF se penchent plus spécifiquement sur le jus de bleuet biotransformé par la bactérie *Serratia vaccinii*. Le produit obtenu a des effets antidiabétiques, neuroprotecteurs et antioxydants qui semblent plus élevés que pour le fruit seul. Ce produit peut être une voie intéressante de valorisation.

Il est toujours difficile de faire la transposition des nombreuses études *in vivo* et *in vitro* des propriétés du bleuet à leur effet réel sur l'organisme humain. La métabolisation des anthocyanes, notamment, est étudiée activement mais encore mal comprise⁶. Il n'est donc jamais certain qu'un extrait actif en laboratoire soit absorbé par le corps à des doses suffisantes pour avoir un effet quelconque. Par exemple, il a été démontré que l'activité antioxydante du bleuet était réduite de près de la moitié après qu'il ait été exposé à des enzymes digestives³⁶.

Vu les variations génotypiques fortes du bleuet nain, il serait très intéressant de mettre un projet de développement de cultivar à forte teneur en antioxydants en marche. Les indications sur les teneurs antioxydantes supérieures en milieu plus nordique sont encourageantes, mais demeurent cependant fragmentaires : la production de davantage de résultats scientifiquement documentés serait un fort argument commercial de distinction pour le bleuet sauvage nordique. Il faut noter que par analogie avec les résultats obtenus pour la myrtille en Scandinavie, la nordicité ne confère pas forcément un avantage en raison de la température : cela peut aussi être dû à une sélection naturelle plus stricte générant des génotypes particuliers, ou encore à un mécanisme de défense des plants contre un ensoleillement plus agressif, ou autre chose encore.

Il faut également noter que les études effectuées chez la myrtille s'attardent surtout aux anthocyanes, qui sont plus abondants chez cette espèce que chez les bleuets américains^{4,32}. Chez la myrtille, le profilage des anthocyanes peut d'ailleurs servir de mesure de contrôle de la qualité pour l'industrie alimentaire³². Pourtant, l'activité antioxydante du bleuet nain, pour les cultivars *LowBush* et *Fundy*, semble pouvoir être équivalente à celle de la myrtille d'Allemagne, même en ayant moins d'anthocyanes⁴. La causalité de l'activité antioxydante du bleuet nain est donc probablement en partie distincte, et cette mise en contexte doit être gardée à l'esprit lors de transposition de résultats obtenus pour la myrtille au bleuet nain.

Il n'existe que peu de travail sur les feuilles du bleuet nain. Pourtant, celles-ci pourraient partager certaines des propriétés des fruits. Il s'agirait alors d'un résidu aisément valorisable. L'exploration de cet aspect serait intéressante. Chez la myrtille et chez le bleuet géant, l'activité antioxydante et la teneur en acide chlorogénique sont plus élevées dans les feuilles que les fruits³⁵.

En bref

- Excellent potentiel antioxydant (et supérieur au bleuet géant concurrent), antidiabétique et généralement bénéfique pour la santé pour les fruits; cependant, des études cliniques manquent pour valider le tout chez l'homme;
- Le jus biotransformé de bleuet peut être un produit à haute valeur ajoutée prometteur;

- Les feuilles et les tiges semblent avoir du potentiel à la fois antidiabétique et antioxydant, mais ont peu été étudiées. Il pourrait s'agir de résidus de production intéressants à mettre en valeur;
- Quelques indices montrent que les bleuets nains nordiques seraient plus antioxydants que ceux du sud; la comparaison avec la myrtille d'Europe est encourageante, mais une étude en bonne et due forme serait requise pour établir ce phénomène de manière crédible pour le bleuet nain;
- Suite au point précédent, la précision des causes de variabilité géographique du potentiel antioxydant du bleuet (par analogie avec la myrtille, il pourrait s'agir de la luminosité) permettrait d'optimiser les conditions de culture en conséquence;
- Le développement d'un cultivar de bleuet nain riche en antioxydants serait une voie intéressante pour mettre en marché un produit unique.

Références

- (1) Marie-Victorin. *Flore Laurentienne*; 3e ed.; Gaëtan Morin éditeur: Montréal, 2002.
- (2) McIntyre, K. L.; Harris, C. S.; Saleem, A.; Beaulieu, L.-P.; Ta, C. A.; Haddad, P. S.; Arnason, J. T. Seasonal Phytochemical Variation of Anti-Glycation Principles in Lowbush Blueberry (*Vaccinium Angustifolium*). *Planta Med.* **2009**, *75*, 286–292.
- (3) Nicoué, E. E.; Savard, S.; Belkacemi, K. Anthocyanins in Wild Blueberries of Quebec: Extraction and Identification. *J. Agric. Food Chem.* **2007**, *55*, 5626–5635.
- (4) Prior, R.; Cao, G.; Martin, A.; Sofic, E.; McEwen, J.; O'Brien, C.; Lischner, N.; Ehlenfeldt, M.; Kalt, W.; Krewer, G.; et al. Antioxidant Capacity as Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of *Vaccinium* Species. *J. Agric. Food Chem.* **1998**, *46*, 2686–2693.
- (5) Smith, M.; Marley, K.; Seigler, D.; Singletary, K.; Meline, B. Bioactive Properties of Wild Blueberry Fruits. *J. Food Sci.* **2000**, *65*, 352–356.
- (6) Norberto, S.; Silva, S.; Meireles, M.; Faria, A.; Pintado, M.; Calhau, C. Blueberry Anthocyanins in Health Promotion: A Metabolic Overview. *J. Funct. Foods* **2013**, *5*, 1518–1528.
- (7) Howell, A.; Kalt, W.; Duy, J.; Forney, C.; McDonald, J. Horticultural Factors Affecting Antioxidant Capacity of Blueberries and Other Small Fruit. *Horttechnology* **2001**, *11*, 523–528.
- (8) Neto, C. C. Cranberry and Blueberry: Evidence for Protective Effects against Cancer and Vascular Diseases. *Mol. Nutr. Food Res.* **2007**, *51*, 652–664.
- (9) Kalt, W.; McDonald, J.; Donner, H. Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity of Processed Lowbush Blueberry Products. *J. Food Sci.* **2000**, *65*, 390–393.
- (10) Kalt, W.; Ryan, D. a; Duy, J. C.; Prior, R. L.; Ehlenfeldt, M. K.; Vander Kloet, S. P. Interspecific Variation in Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity among Genotypes of Highbush

- and Lowbush Blueberries (*Vaccinium* Section *Cyanococcus* Spp.). *J. Agric. Food Chem.* **2001**, *49*, 4761–4767.
- (11) Fracassetti, D.; Del Bo', C.; Simonetti, P.; Gardana, C.; Klimis-Zacas, D.; Ciappellano, S. Effect of Time and Storage Temperature on Anthocyanin Decay and Antioxidant Activity in Wild Blueberry (*Vaccinium Angustifolium*) Powder. *J. Agric. Food Chem.* **2013**, *61*, 2999–3005.
 - (12) Schmidt, B.; Erdman, J.; Lila, M. Effects of Food Processing on Blueberry Antiproliferation and Antioxidant Activity. *J. Food Sci.* **2005**, *70*, S389–S394.
 - (13) Rodriguez-Mateos, A.; Cifuentes-Gomez, T.; Tabatabaee, S.; Lecras, C.; Spencer, J. P. E. Procyanidin, Anthocyanin, and Chlorogenic Acid Contents of Highbush and Lowbush Blueberries. *J. Agric. Food Chem.* **2012**, *60*, 5772–5778.
 - (14) Ma, C.; Dastmalchi, K.; Flores, G.; Wu, S.-B.; Pedraza-Penalosa, P.; Long, C.; Kennelly, E. J. Antioxidant and Metabolite Profiling of North American and Neotropical Blueberries Using LC-TOF-MS and Multivariate Analyses. *J. Agric. Food Chem.* **2013**, *61*, 3548–3559.
 - (15) Kraft, T.; Schmidt, B.; Yousef, G.; Knight, C.; Cuendet, M.; Kang, Y.-H.; Pezzuto, J.; Seigler, D.; Lila, M. Chemopreventive Potential of Wild Lowbush Blueberry Fruits in Multiple Stages of Carcinogenesis. *J. Food Sci.* **2005**, *70*, S159–S166.
 - (16) Lau, F. C.; Joseph, J. a.; McDonald, J. E.; Kalt, W. Attenuation of iNOS and COX2 by Blueberry Polyphenols Is Mediated through the Suppression of NF-κB Activation. *J. Funct. Foods* **2009**, *1*, 274–283.
 - (17) Esposito, D.; Chen, A.; Grace, M. H.; Komarnytsky, S.; Lila, M. A. Inhibitory Effects of Wild Blueberry Anthocyanins and Other Flavonoids on Biomarkers of Acute and Chronic Inflammation in Vitro. *J. Agric. Food Chem.* **2014**, Article AS.
 - (18) Youdim, K.; McDonald, J.; Kalt, W.; Joseph, J. Potential Role of Dietary Flavonoids in Reducing Microvascular Endothelium Vulnerability to Oxidative and Inflammatory Insults. *J. Nutr. Biochem.* **2002**, *13*, 282–288.
 - (19) Kristo, A. S.; Kalea, A. Z.; Schuschke, D. a; Klimis-Zacas, D. J. A Wild Blueberry-Enriched Diet (*Vaccinium Angustifolium*) Improves Vascular Tone in the Adult Spontaneously Hypertensive Rat. *J. Agric. Food Chem.* **2010**, *58*, 11600–11605.
 - (20) Schmidt, B. M.; Howell, A. B.; McEniry, B.; Knight, C. T.; Seigler, D.; Erdman, J. W.; Lila, M. A. Effective Separation of Potent Antiproliferation and Antiadhesion Components from Wild Blueberry (*Vaccinium Angustifolium* Ait.) Fruits. *J. Agric. Food Chem.* **2004**, *52*, 6433–6442.
 - (21) Ramassamy, C. Emerging Role of Polyphenolic Compounds in the Treatment of Neurodegenerative Diseases: A Review of Their Intracellular Targets. *Eur. J. Pharmacol.* **2006**, *545*, 51–64.

- (22) Joseph, J.; Shukitt-Hale, B.; Willis, L. Grape Juice, Berries, and Walnuts Affect Brain Aging and Behavior. *J. Nutr.* **2009**, *139*, 1813S–1817S.
- (23) Joseph, J.; Shukitt-Hale, B. Of Age-Related Declines in Neuronal Signal Transduction, Cognitive, and Motor Behavioral Deficits with Blueberry, Spinach, or Strawberry Dietary Supplementation. *J. Neurosci.* **1999**, *19*, 8114–8121.
- (24) Vuong, T.; Matar, C.; Ramassamy, C.; Haddad, P. S. Biotransformed Blueberry Juice Protects Neurons from Hydrogen Peroxide-Induced Oxidative Stress and Mitogen-Activated Protein Kinase Pathway Alterations. *Br. J. Nutr.* **2010**, *104*, 656–663.
- (25) Guglielmetti, S.; Fracassetti, D.; Taverniti, V.; Del Bo', C.; Vendrame, S.; Klimis-Zacas, D.; Arioli, S.; Riso, P.; Porrini, M. Differential Modulation of Human Intestinal Bifidobacterium Populations after Consumption of a Wild Blueberry (*Vaccinium Angustifolium*) Drink. *J. Agric. Food Chem.* **2013**, *61*, 8134–8140.
- (26) Vendrame, S.; Guglielmetti, S.; Riso, P.; Arioli, S.; Klimis-Zacas, D.; Porrini, M. Six-Week Consumption of a Wild Blueberry Powder Drink Increases Bifidobacteria in the Human Gut. *J. Agric. Food Chem.* **2011**, *59*, 12815–12820.
- (27) Stull, A.; Cash, K.; Johnson, W.; Champagne, C.; Cefalu, W. Bioactives in Blueberries Improve Insulin Sensitivity in Obese, Insulin-Resistant Men and Women. *J. Nutr.* **2010**, *140*, 1764–1768.
- (28) Vuong, T.; Benhaddou-Andaloussi, a; Brault, a; Harbilas, D.; Martineau, L. C.; Vallerand, D.; Ramassamy, C.; Matar, C.; Haddad, P. S. Antiobesity and Antidiabetic Effects of Biotransformed Blueberry Juice in KKA(y) Mice. *Int. J. Obes. (Lond)*. **2009**, *33*, 1166–1173.
- (29) Grace, M. H.; Ribnicky, D. M.; Kuhn, P.; Poulev, A.; Logendra, S.; Yousef, G. G.; Raskin, I.; Lila, M. A. Hypoglycemic Activity of a Novel Anthocyanin-Rich Formulation from Lowbush Blueberry, *Vaccinium Angustifolium* Aiton. *Phytomedicine* **2009**, *16*, 406–415.
- (30) Vuong, T.; Martineau, L. C.; Ramassamy, C.; Matar, C.; Haddad, P. S. Fermented Canadian Lowbush Blueberry Juice Stimulates Glucose Uptake and AMP-Activated Protein Kinase in Insulin-Sensitive Cultured Muscle Cells and Adipocytes. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* **2007**, *85*, 956–965.
- (31) Martineau, L. C.; Couture, A.; Spoor, D.; Benhaddou-Andaloussi, A.; Harris, C.; Meddah, B.; Leduc, C.; Burt, A.; Vuong, T.; Mai Le, P.; et al. Anti-Diabetic Properties of the Canadian Lowbush Blueberry *Vaccinium Angustifolium* Ait. *Phytomedicine* **2006**, *13*, 612–623.
- (32) Lätti, A. K.; Riihinen, K. R.; Kainulainen, P. S. Analysis of Anthocyanin Variation in Wild Populations of Bilberry (*Vaccinium Myrtillus* L.) in Finland. *J. Agric. Food Chem.* **2008**, *56*, 190–196.
- (33) Akerström, A.; Jaakola, L.; Bång, U.; Jäderlund, A. Effects of Latitude-Related Factors and Geographical Origin on Anthocyanidin Concentrations in Fruits of *Vaccinium Myrtillus* L. (bilberries). *J. Agric. Food Chem.* **2010**, *58*, 11939–11945.

- (34) Rieger, G.; Müller, M.; Guttenberger, H.; Bucar, F. Influence of Altitudinal Variation on the Content of Phenolic Compounds in Wild Populations of *Calluna Vulgaris*, *Sambucus Nigra*, and *Vaccinium Myrtillus*. *J. Agric. Food Chem.* **2008**, *56*, 9080–9086.
- (35) Martz, F.; Jaakola, L.; Julkunen-Tiitto, R.; Stark, S. Phenolic Composition and Antioxidant Capacity of Bilberry (*Vaccinium Myrtillus*) Leaves in Northern Europe Following Foliar Development and along Environmental Gradients. *J. Chem. Ecol.* **2010**, *36*, 1017–1028.
- (36) Slemmer, J. E.; Livingston-Thomas, J. M.; Gottschall-Pass, K. T.; Sweeney, M. I. Cranberries and Wild Blueberries Treated with Gastrointestinal Enzymes Positively Modify Glutathione Mechanisms in Caco-2 Cells in Vitro. *J. Food Sci.* **2013**, *78*, H943–7.

Avec la participation financière

